



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 47 515 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 196 47 515.5  
㉑ Anmeldetag: 16. 11. 96  
㉒ Offenlegungstag: 20. 5. 98

㉓ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 03 D 11/04**  
E 04 H 12/34  
E 04 H 5/02  
B 66 C 23/32

DE 196 47 515 A 1

㉔ Anmelder:  
Otto, Gerd-Albrecht, 12526 Berlin, DE

㉕ Erfinder:  
gleich Anmelder

㉖ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 27 42 340 C2  
DE 23 24 843 C2  
DE-PS 1 94 961  
DE 28 23 525 B1  
DE 94 14 643 U1  
GB 7 03 577  
US 47 75 276

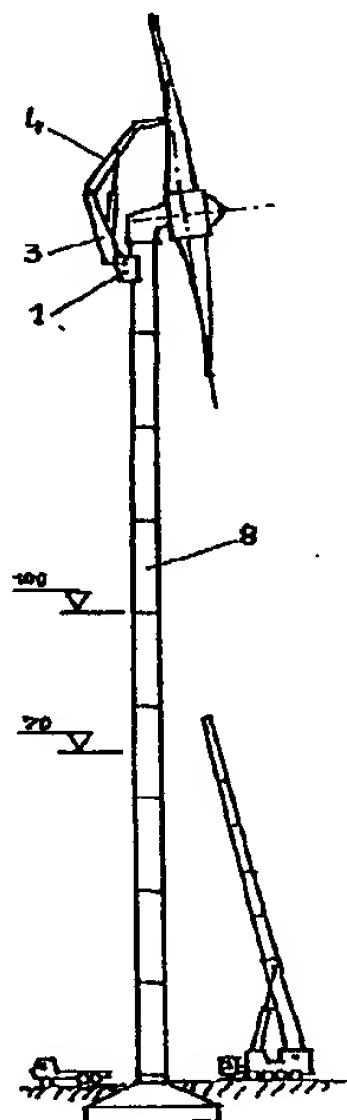
HENN, Erich: Windkraftanlagen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, 1988, S.448-457;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉗ Windkonvertermontageeinrichtung

㉘ Ausgehend von der konventionellen Errichtungstechnik für Windkraftanlagen mit mobilen Krananlagen des allgemeinen Bauwesens muß festgestellt werden, daß diese Technologie eine technische und ökonomische Grenze für die Errichtung von Windenergieanlagen beinhaltet, die wirtschaftlich vorteilhaft abzulösen Aufgabe der Erfindung ist.

Die Lösung dieser Aufgabe wird dadurch realisiert, daß die erfindungsgemäße Windkonvertermontageeinrichtung während der Errichtung des Windenergiekonverters Bestandteil des Windkonverterturmes ist und mit dem Höhenzuwachs des Turmes aufsteigt und schließlich als Montagehilfe des Windenergiekonverterkopfes dient. Durch die relativ leichte erfindungsgemäße Ausführung sind besondere Herrichtungen der Befestigung der Zuwegung für einen schweren konventionellen Baukran nicht mehr erforderlich. Insbesondere wird die besonders aufwendige Verfestigung des Aufstellungsortes der herkömmlichen Krananlage erübrigt, weil das Fundament des Windenergiekonverters diesem Zweck ausreichend genügt und folglich dem Fundament des Windkonverters die erfindungsgemäße Windkonvertermontageeinrichtung zugeordnet werden kann.



DE 196 47 515 A 1

## Beschreibung

Luftströmungskonverter werden mit im Bauwesen üblichen Krananlagen errichtet. Diese Montageeinrichtungen sind nicht speziell für die Errichtung von Windenergieanlagen hergerichtet und sind demzufolge hochaufwendige Montagehilfen zur Realisierung dieser speziellen Hochbauwerke. Insbesondere werden die Türme von Windenergieanlagen in Sektionen oder Turmteilen hergestellt und konzentrisch übereinander gestellt und über Flanschkonstruktionen miteinander verschraubt. Die Ausleger der konventionellen fahrbaren Krananlagen sind auf Errichtungsnabenhöhen der Windkraftanlagen von 50 bis 70 m beschränkt, so daß günstige Windnutzungshöhen von über 100 m für derzeitige Leistungsbereiche der Windenergieanlagen mit herkömmlichen Krananlagen im unwegsamen Gelände, wie Ackerland oder bergiges Forstland, hochaufwendige Zuwegungen erfordern. So sind für die Errichtung hoch leistungsfähiger Windkraftanlagen derzeit stark überdimensionierte Krananlagen erforderlich, um die Nabenhöhen von auch nur 50 bis 70 m erreichen, obwohl für diesen Errichtungsaufwand nur relativ geringe Einzellasten zu bewältigen sind. Diese Lastaufnahme wird mit der erfindungsgemäßen Einrichtung nun dem Windkraftanlagenfundament selbst zugeordnet; dadurch werden technische Vereinfachungen in der Handhabung und Technologie geschaffen und ökonomische Vorteile erzielt.

Durch die im Patentanspruch angegebene Lösung der Erfindung wird erreicht, daß eine spezielle relativ leichte kranartige Montagehilfe auf einem speziellen Fahrzeug auch im relativ unwegsamen Gelände ohne aufwendige Befestigung der Zuwegung an den Montageort gebracht werden kann und die erfindungsgemäße Einrichtung für den Errichtungszeitraum Bestandteil des Errichtungsgegenstandes der Windkraftanlage bleibt.

Die Erfindung sieht vor, daß sie selbst eine relativ kleine, dem Zweck entsprechende Ausführung einer Hilfskrananlage verwirklicht, die mit der Errichtung des Windenergiekonverters an dem Turm des zu errichtenden Windenergiekonverters mit dem Zuwachs aufsteigt und mit ihrer Hilfe in Bauabschnitten die einzelnen Turmteile nacheinander übereinander aufstellt. Schließlich hat die Erfindung auch die Aufgabe, an der Turmspitze arretiert, alle Windenergiekonverterbaugruppen, wie Gondel, Generator, Nabe, Getriebe und Rotorblätter als Baukran und Montagehilfe genutzt zu werden. Nach Abschluß der Montage der Windenergieanlage kann sie selbst Bestandteil der Anlage werden und für Havariefälle verbleiben oder durch selbständiges Absteigen und mittels eines Spezialfahrzeuges abtransportiert werden. Wird im letzteren Fall nach Jahren für einen Getriebewechsel eine Krananlage benötigt, so wird sie zum Aufstieg wieder Bestandteil des Turmes und als Montagehilfe für den Getriebewechsel verwendet. Der besondere Vorteil der Erfindung liegt nicht nur darin, Turmhöhen über 70 m von bis zu 200 m ohne größeren Aufwand als bisher für 40 bis 60 m Turmhöhen zu errichten; sondern vornehmlich und mit hohem wirtschaftlichen Vorteil darin, daß keine besonderen Zuwegungen für Schwerlastkrane von 300 bis 600 t erforderlich sind, die hochaufwendige Befestigungsmaßnahmen der Zuwegung voraussetzen und so leicht 10% der Anlageninvestition bedürfen.

Ein weiterer ökonomischer Vorteil ist, daß besondere Verstärkungen des Aufstellungsortes für die bislang notwendigen und mobilen schweren Auslegerkrananlagen entfallen und statt dessen das Fundament der Windkraftanlage schon mit der Errichtung zweckmäßige Einbeziehung erfährt und auf ihm alle Montagearbeiten allein ausreichend dimensioniert ausgeführt werden können. Gerade dieser besondere

technisch vorteilige und ökonomische Errichtungsaufwand ist auch nach der Errichtung der Anlage im Falle einer Havarie beseitigung von besonderer Aufwandserleichterung bezüglich des Kostenaufwandes für die Demontage und Montage von Anlagenteilen in großer Höhe nach einer Havarie.

An Hand von Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele erläutert, die einzelnen Abbildungen zeigen:

**Fig. 1** Windkonvertermontageeinrichtung mit verschraubbaren Fuß- und Kopfteil in mehreren Arbeitsstufen.

**Fig. 2** Windkonvertermontageeinrichtung in Steigstellung mit Arretierbügeln.

**Fig. 3** Windkonvertermontageeinrichtung in beispielsweise sehr hoher Ausführungsvariante und bisheriger Aufstellungskrananlage.

**Fig. 4** Windkonvertermontageeinrichtung mit Seilzug-Steigeeinrichtung.

**Fig. 5** Windkonvertermontageeinrichtung mit lösbarem Fuß- und Kopfteil.

Nach **Fig. 1** wird die Windkonvertermontageeinrichtung auf dem Kranfahrzeug 7 an das Fundament 9 der zu errichtenden Windenergieanlage herangefahren und das erste Turmteil 8.1 mit dem Kopfteil 2 über die Kranschere 3, 4 verbunden. Nun wird über eine handelsübliche hydraulische Steuerung die Kranschere 3, 4 der Windkonvertermontageeinrichtung aufgespreizt, so daß Teil 8.1 senkrecht über dem Fundament 9 auf das Fundament zentriert abgesetzt werden kann und mit dem Fundament zu verschrauben ist. Jetzt wird das Fußteil 1 vom Kranwagen gelöst und die Kranschere 3, 4 zusammengeführt, so daß das Fußteil 1 von a nach b bewegt wird und die Stellung b, c einnimmt. Im Bereich b ist eine nicht besonders dargestellte Zusammenführung vorgesehen, die eine automatische Zentrierung der Lochreihen realisiert. In dieser Stellung wird das Fußteil 1 mit dem Turmteil 8.1 verschraubt und danach das Kopfteil 2 vom Turmteil 8.1 gelöst. Nun wird mittels Seilzug 11 das Turmteil 8.2 auf das Turmteil 8.1 aufgesetzt und mit diesem verschraubt. Danach wird das Kopfteil 2 mit dem Ausleger 4 der Kranschere 3, 4 beweglich verbunden und dann das Fußteil 1 gelöst. Wird nun die Kranschere 3, 4 über die Hydraulik, mittels Hydraulikzylinder 5 zusammengezogen, so wird nach kurzer Zeit die Stellung b, c am oberen Ende des Turmteils 8.2 erreicht. Nun wiederholen sich die Steigfolgen in der bis hier beschriebenen Folge bis zum höchsten Turmteil des Turmes 8. Sodann werden alle Turmkopfmontagen mit der Windkonvertermontageeinrichtung bis zur Endmontage vorgenommen.

Zum Abstieg der Windkonvertermontageeinrichtung wird eine zweite, bei der Herstellung des Turmes bereits vorbereitete Lochanordnung am Turmkopf für das Kopfteil 2 zur Arretierung benötigt. Der Abstieg der Windkonvertermontageeinrichtung erfolgt in umgekehrter Schraubfolge für das Kopf- und Fußteil. Schließlich kann die gesamte Windkonvertermontageeinrichtung auf dem am Fuß des Turmes stehenden Kranwagen verladen und zur nächsten Errichtung einer Windkraftanlage gefahren werden.

Es kann aber auch über den eigenen Seilzug 11 oder einen im Turmkopf verbleibenden Wartungsseilzug die Windkonvertermontageeinrichtung herabgelassen werden.

In **Fig. 2** wird ein Ausführungsbeispiel dargestellt, das ohne innige Befestigung mit dem Turm für die Aufstiegschritte nur mit zwei Arretierringen 12 am Fuß und Kopfteil der Kranschere 3, 4 ausgerüstet ist. In dieser Ausführung wird mit Hilfe des Arretierringes 12 eine Klemmeinrichtung jeweils am Kopf und Fußteil realisiert, die am Turm eine rutschfeste wechselseitige Arretierung für die Steigschritte bewirkt.

Nachdem gemäß **Fig. 2** das Fundament 9 mit dem Funda-

mentring abgebunden ist, fährt das Kranfahrzeug mit der Windkonvertermontageeinrichtung bestückt an das Fundament 9 heran und wird als Hilfseinrichtung für die Aufstellung des ersten Turmteiles 8.1 zum Einsatz gebracht. Danach umringt das Fußteil 1 über einen Arretiering 12 das Turmteil 8.1 lose, indem der Arretiering um den Turm gelegt wird, so daß auf dem Fahrzeug 7 stehend die Windkonvertermontageeinrichtung noch die Stellung b-c einnimmt. Jetzt wird das Fußteil 1 vom Fahrzeug 7 gelöst und selbst weggefahren. Die Windkonvertermontageeinrichtung liegt nun in Stellung a dem Turm an.

Über eine konventionelle Kransteuerung wird nun die Hydraulik der Windkonvertereinrichtung in Gang gesetzt, so daß sich das Kopfteil in die Stellung c bewegt. Wird nun die Richtung der Hydraulik umgeschaltet, tritt eine Arretierung in Stellung c ein und das Fußteil 1 wird von der Stellung a in die Stellung b gefahren. Wird nun erneut die Hydraulik umgeschaltet, wird das Fußteil 1 in Stellung b verklemmt und das Kopfteil 2 mit dem Arretiering 12 vom Turmteil 8.1 abgestreift. In Stellung d wird der Seilzug 11 zum Heben des Turmteil 8.2 betätigt und dazu benutzt das Turmteil 8.2 auf das Turmteil 8.1. konzentrisch aufzusetzen und mit dem Turmteil 8.1 zu verschrauben. Indem nun das Kopfteil 2 mittels Ring 12 über das Turmteil 8.2 geführt wird, arretiert der Ring 12 im Bereich d die Kranschere 3, 4 und beginnt das Fußteil 1 aus Stellung b in Richtung d zu bewegen. Durch Umschaltung der Hydraulik wird nun am Turmteil 8.2 das Fußteil 1 etwa in Stellung e arretiert und der Ring 12 in Stellung d freigegeben. Nun kann Turmteil 8.3 in gleicher Folge wie Turmteil 8.2 aufgesetzt werden. Am letzten Turmteil 8. angekommen und verklemmt, dient die Windkonvertersteigeinrichtung als Montagehilfe für alle Baugruppen des Turmkopfes bis zur Inbetriebnahme der Windenergieanlage. Sie steigt dann entsprechend gegenläufig ab und kann jederzeit bei Havariefällen aufsteigen und als Demontage- und Montage-Einrichtung Verwendung finden.

In Fig. 3 ist ein Windenergiekonverter mit Turm und Windkonvertermontageeinrichtung dargestellt. In dieser Darstellung ist die Windenergiemontageeinrichtung am obersten Turmteil als Montagehilfe für die Installation aller Baugruppen des Windenergiekonverters dargestellt. Am Fuße des Turmes wird beispielsweise gezeigt, daß mit derzeitiger schwerer mobiler Krantechnik Nabenhöhen von nur zwischen 40 und 60 Meter mit relativ hohem technischem Aufwand zu realisieren sind. Mit dieser Darstellung wird angedeutet, daß auch schon bei zwei bis drei Turmsektionen die erfindungsgemäße Ausführung der Windkonvertermontageeinrichtung den ökonomischen Aufwand beträchtlich reduziert. Diese beispielsweise Darstellung zeigt, daß Turmhöhen über 100 Meter Nabenhöhe mit Hilfe der erfindungsgemäßen Einrichtung ermöglicht werden, die aus technischer ökonomischer Sicht mit konventioneller Krantechnik nicht oder nur hochaufwendig zu realisieren sind.

Eine weitere Variante der Windkonvertermontageeinrichtung wird in Fig. 4 dargestellt, die nur mit einem Steig- und Arretierwerk 14 versehen ist, sonst aber in gleicher Weise als Montagehilfe für die Errichtung von Windenergiekonvertern Verwendung findet. Das Steigen der Windkonvertermontageeinrichtung wird hier über einen besonderen Steigseilzug 13 vorgenommen, indem dieser Seilzug am jeweils oberen Ende des Turmes befestigt wird und mittels einer dezentralen Seilzugwinde 15.1 oder einer zentralen Seilzugwinde 15.2 aus der jeweiligen Stellung a nach b gezogen wird und beispielsweise über hydraulische Klemmen 16 jeweils am oberen Turmteilende arretierbar ist. Der Steigseilzug muß so bemessen sein, daß ein Abstieg und auch ein Aufstieg in einem Zug über alle Turmteile möglich ist.

In Fig. 5 wird eine Variante der erfindungsgemäßen Ausführung gezeigt, die darstellt, wie für den Aufstieg von Turmteil zu Turmteil des Turmes 8 flexible lösbare Umschlingungen 17 dem Fußteil 1 zugeordnet sind, die mittels hydraulischen Klemmzylinder 10 eine rutschfeste lösbare Halterung mit dem Turm eingehen, dabei kann der Turm auch Rillen oder Bohrungen aufweisen, die ein Festhalten zwingend gewährleisten.

In der Fig. 5 ist desweiteren dargestellt, wie das Fußteil 1 von der Ausgangsstellung a in die Stellung b gebracht wurde, indem durch beispielsweise Verschraubung des Kopfteles 2 am oberen Flansch des Turmteiles 8.1 durch Schließen der Kranschere 3, 4 mittels Hydraulikzylinder 5.1 in Stellung c gebracht wurde. Nachdem die Verklemmung des Fußteiles 1 in Stellung b erfolgt ist, wird das Kopfteil 2 in Stellung c vom Turmteil 8.1 gelöst und beispielsweise in Stellung f gebracht, indem Hydraulikzylinder 5.2 die Kranschere 3, 4 spreizt und Hydraulikzylinder 6 die Kranschere anhebt und gegebenenfalls zusätzlich mit einer am Ausleger 4 konstruktiv einbezogenen hydraulischen Baugruppe um 90 Grad verdreht.

In der gezeigten Stellung wird mittels Seilzug 11 das nächste Turmteil in Position d gebracht. Nachdem 8.1. mit 8.2 verschraubt wurde, wird das Kopfteil 2 mit 8.2 lösbar verbunden und das Fußteil 1 aus der Position b in die Position e gebracht, indem die Kranschere 3 und 4 zusammengezogen wird. Nun wiederholt sich dieser Vorgang bis zur Position b am höchsten Turmteil. Nachdem alle Turmkopfausrüstungen des errichteten Windenergiekonverters mittels dieser Montagehilfe montiert wurden, wird nun die Windkonvertermontageeinrichtung in beliebiger Stellung, aber insbesondere in gestreckter Stellung, am eigenen Zugseil 11 herabgelassen.

Alle Einzelheiten der Ausführungsbeispiele sind auch untereinander austausch- oder kombinierbar, wie insbesondere aus Fig. 5 hervorgeht.

Für den Fall einer Havarie beseitigung am Windenergiekonverter wird die Windkonvertermontageeinrichtung ebenfalls am eigenen Seil heraufgezogen und am höchsten Turmteil montiert. Zum Aufzug des Seilzuges 11 wird der hier nicht besonders dargestellte im Windkonverter fest installierte Wartungsseilzug verwendet. Natürlich kann auch ein schrittweiser Abstieg oder auch Aufstieg wie nach Fig. 1 erfolgen.

Schließlich sei allgemein darauf hingewiesen, daß die erfindungsgemäße Einrichtung auch an beliebigen Bauwerken Anwendung finden kann. Hierzu sind jedoch spezielle Modifizierungen auszuführen notwendig, um sie den baulichen Erfordernissen anzupassen. Der Anwendungsbereich wird jedoch relativ klein bleiben, weil der Vorzug dieser Erfindung nur bei turmartigen Bauwerken – wie Windenergieanlagen – und im unwegsamen Gelände von besonderem ökonomischen Interesse ist.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Fußteil
- 2 Kopfteil
- 3, 4 Kranschere
- 3 Unterer Ausleger
- 4 Oberer Ausleger
- 5 Hydraulikzylinder oder mechanisches Betätigungsglied
- 5.1 Hydraulikzylinder oder mechanisches Betätigungsglied
- 5.2 Hydraulikzylinder oder mechanisches Betätigungsglied
- 6 . Hydraulikzylinder oder mechanisches Betätigungsglied
- 7 Fahrzeug
- 8 Turm
- 8.1 bis 8.n Turmteile

9	Fundament	
10	Klemmeinrichtung	
11	Seilzug	
12	Arretiererring	
13	Seilzug	5
14	Arretierwerk	
15.1	Seilzugwinde dezentral	
15.2	Seilzugwinde zentral	
16	Hydraulische Klemmen	10

#### Patentansprüche

1. Windkonvertermontageeinrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine wenigstens zweiarmige Kranschere (3) und (4) mit einem Fußteil (1) und einem Kopfteil (2) versehen ist und mit dem Konverterturm (8) zeitweise eine Einheit bildet, indem jeweils das Fußteil (1) und/oder Kopfteil (2) mit dem jeweiligen Turmteil (8) lösbar verbunden ist und die Kranschere (3) und (4) mit mindestens zwei Hydraulikzylindern versehen ist, die den Steigrhythmus a-b-c realisieren und der Ausleger (4) der Kranschere mit einem Seilzug (11) ausgerüstet ist, mit dessen Hilfe die Turmteile des Turmes (8) nacheinander aufeinander gestellt werden und der Konverterkopf mit Gondel, Getriebe, Generator und Rotorblätter etc. montiert wird und der Abstieg mittels der Kranschere in umgekehrter Steigfolge c, b, a erfolgt. 15
2. Windkonvertermontageeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kranschere (3, 4), bestehend aus dem unteren Ausleger (3) mit einem Fußteil (1) und dem oberen Ausleger (4) mit dem Kopfteil (2) jeweils versehen sind und damit geeignet sind, einen Windkonverterturm zu besteigen, hierzu sind die Ausleger (3) und (4) mit Hydraulikzylindern versehen, die über eine Fernsteuerung so betätigt werden, daß entweder das Fußteil (1) oder das Kopfteil (2) mit dem Turm fest arretiert und aber lösbar verbunden ist, so daß das jeweils andere Teil (1) oder (2) frei beweglich bleibt. 20
3. Windkonvertermontageeinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß ein Steig- und Arretierwerk (14) als Fußteil (1) ausgebildet ist und mit einer Kranschere (3) und (4) in Verbindung steht und das Arretierwerk (14) den Turm lose umgibt und selbst mit hydraulischen Klemmeinrichtungen (16) rutschfest aber lösbar bestückt ist und über einen Seilzug abschnittsweise hochgezogen werden kann und dieser Seilzug (13) auch so ausgeführt ist, daß er die gesamte Windkonvertermontageeinrichtung in einem Zug auf- oder abwinden kann. 25
4. Windkonvertermontageeinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausleger (3) mit einem Hydraulikzylinder (5.1) für das Zusammenziehen der Kranschere und einem Hydraulikzylinder (5.2) für das Spreizen der Kranschere (3, 4) versehen ist und daß das Fußteil (1) mit hydraulischen Klemmeinrichtungen (10) versehen ist, die flexible Umschlingungen (17) festziehen und arretieren und der Seilzug (11) zum Aufstellen der Turmteile (8.1) bis (8.n) und zum Auf- und Abseilen der gesamten Windkonvertermontageeinrichtung aus und in jede Höhe des Windkonverterturmes dient. 30

- Leerseite -

Fig. 1

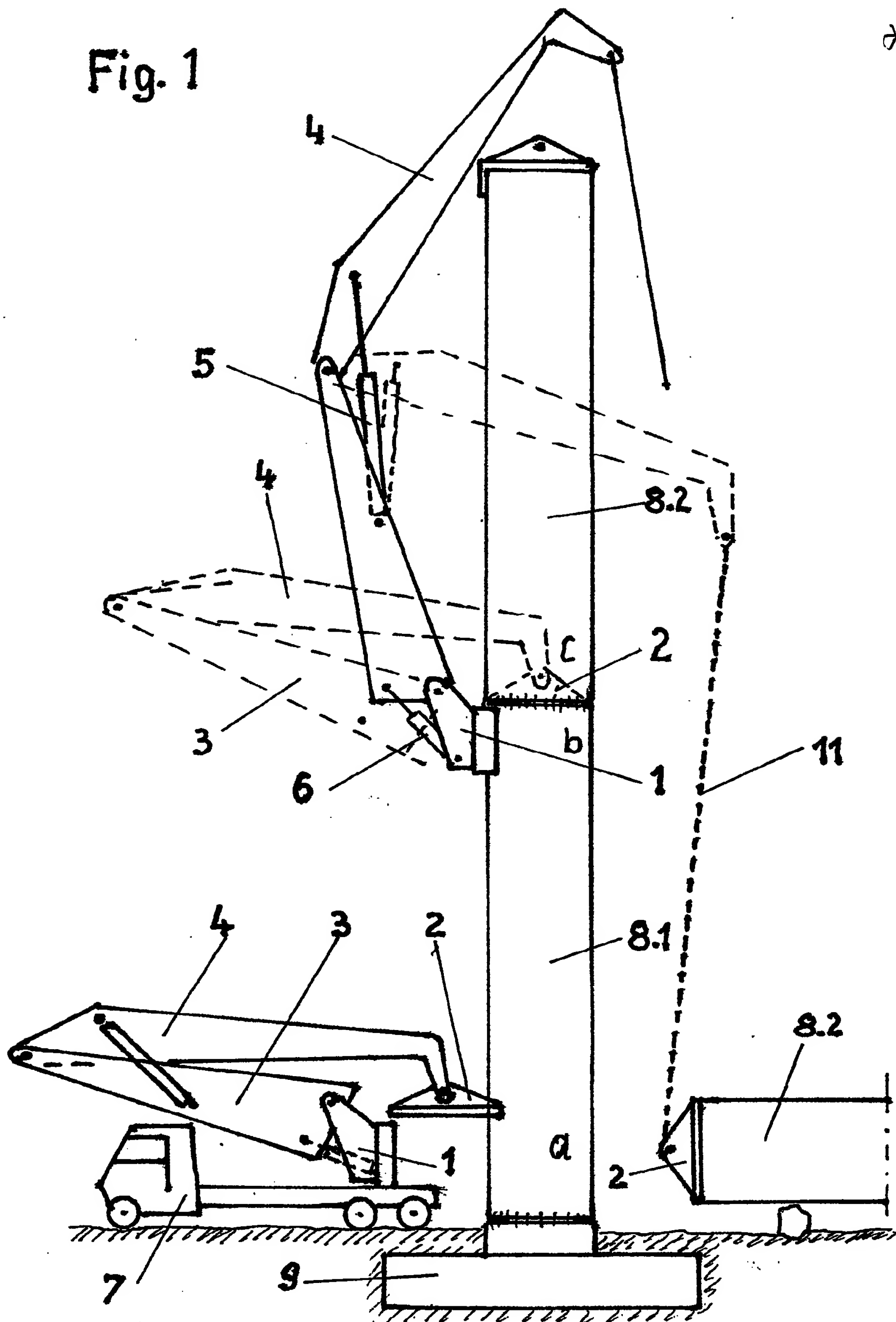
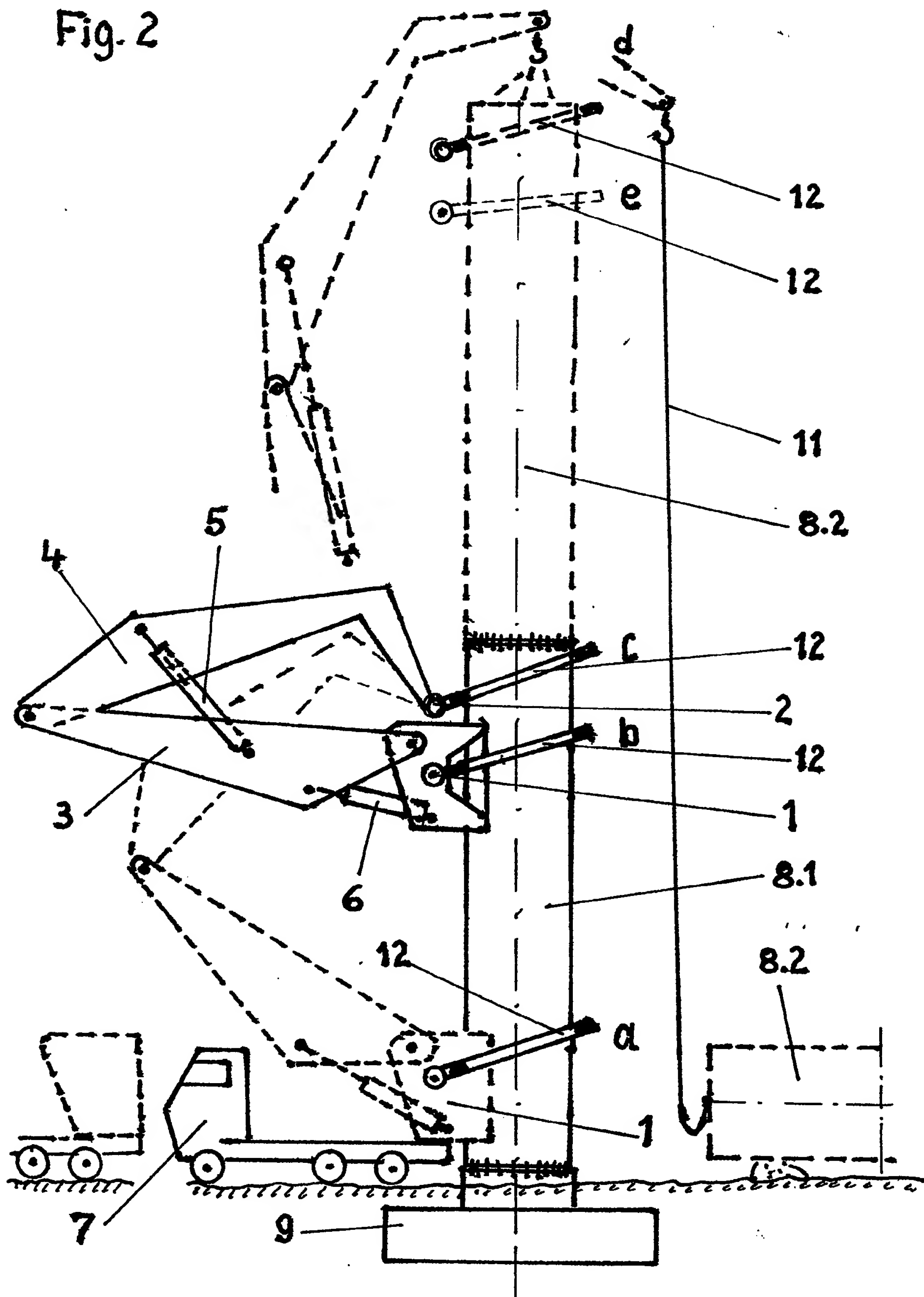




Fig. 2



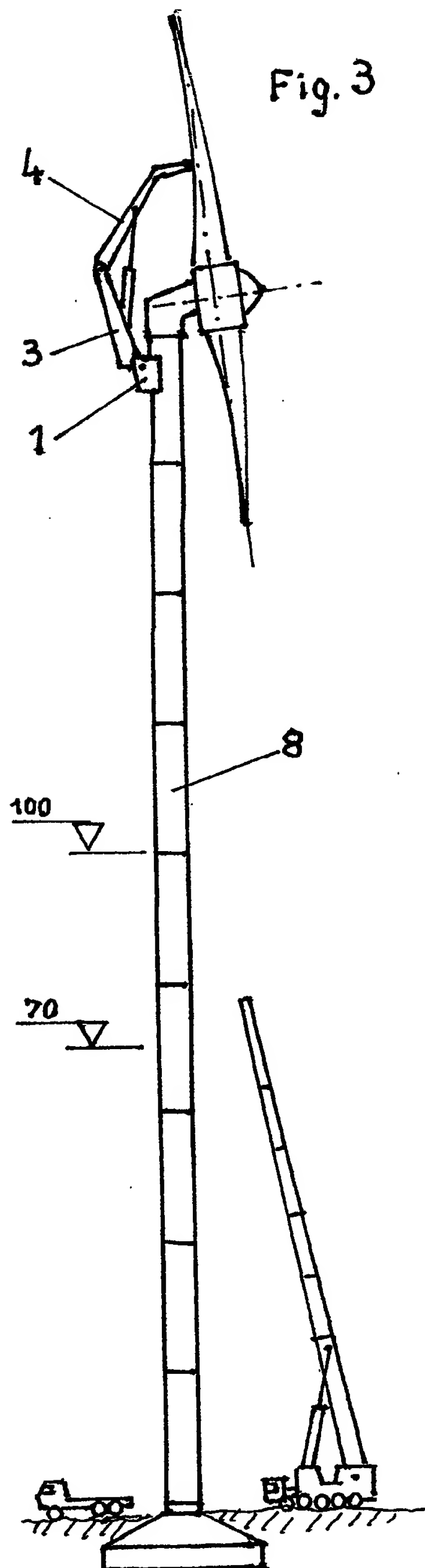




Fig. 4

